



PAKIET MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

ORE OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

do kształcenia na odległość dla nauczycieli kształcenia zawodowego elektroniczno-mechatronicznej (ELM)

Projekt „Wsparcie placówek doskonalenia nauczycieli i bibliotek pedagogicznych w realizacji zadań związanych z przygotowaniem i wsparciem nauczycieli w prowadzeniu kształcenia na odległość”.

Oś priorytetowa: II. Efektywne polityki publiczne dla rynku pracy, gospodarki i edukacji,
Działanie: 2.10 Wysoka jakość systemu oświaty.

Projekt dofinansowany z Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego

SCENARIUSZ 1 (1 z 3)

SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA: uczniów technikum w zawodzie technik elektronik

BRANŻA: elektroniczno-mechatroniczna (ELM)

PROWADZONYCH PRZEZ: nauczycieli kształcenia zawodowego

TEMAT: Dzielnik napięcia i dzielnik prądu

CELE OGÓLNE:

- stosowanie praw elektrotechniki do obliczania parametrów obwodów elektrycznych i elektronicznych;
- stosowanie praw Ohma i Kirchhoffa do obliczania parametrów podstawowych obwodów prądu stałego;
- wyznaczanie wielkości elektrycznych dzielnika napięcia i prądu;
- kształtowanie umiejętności analizowania zjawisk fizycznych zachodzących w obwodach prądu przemiennego na podstawie obliczeń.

CELE SZCZEGÓŁOWE: Uczeń:

- oblicza rezystancję zastępczą obwodu prądu stałego;
- dobiera wartości rezystancji dzielnika napięcia;
- dobiera wartości rezystancji dzielnika prądu;
- oblicza wielkości elektryczne w obwodach szeregowych i równoległych prądu stałego;
- oblicza prądy i napięcia w obwodach prądu stałego.

METODY PRACY:

- zajęcia online,
- tekst przewodni,
- Zintegrowana Platforma Edukacyjna,
- infografika,
- indywidualna praca uczniów.

ŚRODKI DYDAKTYCZNE:

- platforma edukacyjna umożliwiająca udostępnianie pulpitu, dokumentów i wspólnego obszaru pracy oraz tworzenie testów online, np. MS Teams, MS Forms;
- tablet graficzny ze sterownikami;

- oprogramowanie tablicy interaktywnej, np. myBoard v.8.1;
- zeszyt, długopis, kalkulator naukowy.

PRZEWIDYWANY CZAS:

- 45 minut (w tym 15 minut pracy własnej ucznia)

PROPONOWANY PRZEBIEG ZAJĘĆ:

Faza przygotowawcza

1. Cel fazy przygotowawczej (zakładane efekty kształcenia):

- przypomnienie podstawowych praw obwodów elektrycznych prądu stałego: prawa Ohma oraz pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa;
- przypomnienie szeregowego i równoległego łączenia rezystorów.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

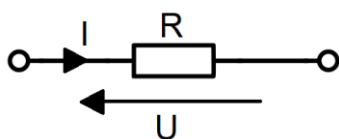
Nauczyciel podczas lekcji online łączy się z uczniami za pomocą aplikacji, np. MS Teams, sprawdza obecność, udostępnia pulpit (najlepiej drugiego monitora), na którym uruchamia oprogramowanie tablicy interaktywnej i/lub tabletu graficznego. Po przedstawieniu tematu zajęć nauczyciel, korzystając z zainstalowanego tabletu graficznego, rysuje schematy obwodów prezentujących podstawowe prawa obwodów elektrycznych: prawa Ohma, pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa. Schematy uzupełnia wzorami tych praw.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie łączą się z nauczycielem za pomocą aplikacji, np. MS Teams. Zapisują w zeszytach temat lekcji oraz obserwują schematy rysowane przez nauczyciela. Uczniowie wykonują obliczenia do zadanych przez nauczyciela ćwiczeń. Wskazani przez nauczyciela (lub chętni) uczniowie podają sposoby i wyniki obliczeń.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

- Nauczyciel, korzystając z zainstalowanego tabletu graficznego, rysuje symbol graficzny rezystora „R”, zaznaczając na nim płynący prąd „I” oraz spadek napięcia „U”:



Rysunek 1. Prawo Ohma, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

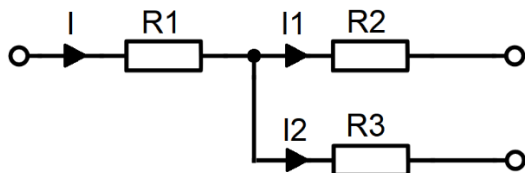
Zapisuje wzory definiujące **prawo Ohma**:

$$R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R} \quad U = I \cdot R$$

Ćwiczenie 1.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „R”, „U”, „I”, zaś uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując prawo Ohma.

- Nauczyciel rysuje schemat prezentujący pierwsze prawo Kirchhoffa



Rysunek 2. Pierwsze prawo Kirchhoffa, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

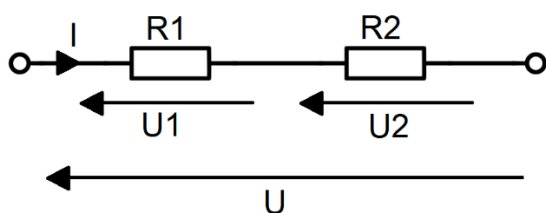
Zapisuje wzory definiujące **pierwsze prawo Kirchhoffa**:

$$I = I_1 + I_2$$

Ćwiczenie 2.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „I1”, „I2” lub „I”, natomiast uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując pierwsze prawo Kirchhoffa.

- Następnie nauczyciel rysuje schemat prostego układu szeregowego połączenia rezystorów „R1” oraz „R2”, zaznaczając na nim płynący prąd „I” oraz spadki napięć na każdym z rezystorów, odpowiednio „U1” i „U2” oraz całkowite napięcie w gałęzi:



Rysunek 3. Drugie prawo Kirchhoffa, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

Zapisuje wzory definiujące **drugie prawo Kirchhoffa**:

$$U = U_1 + U_2 = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 = I \cdot (R_1 + R_2) = I \cdot R$$

gdzie suma $R = R_1 + R_2$

stanowi rezystancję zastępczą szeregowego połączenia rezystorów „R1” i „R2”.

Ćwiczenie 3.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „R1”, „R2”, „I”, natomiast uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując drugie prawo Kirchhoffa.

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

- Rysunek 1. Prawo Ohma – uzupełnione wzorami.
- Rysunek 2. Pierwsze prawo Kirchhoffa – uzupełnione wzorami.
- Rysunek 3. Drugie prawo Kirchhoffa – uzupełnione wzorami.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnych przykładów;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza zasadnicza

1. Cel fazy zasadniczej (zakładane efekty kształcenia):

- poznanie schematu obwodu dzielnika napięcia;
- poznanie zależności prądowo-napięciowych występujących w dzielniku napięcia;
- nabycie umiejętności obliczania napięć oraz doboru rezystancji w dzielniku napięcia;
- poznanie praktycznego zastosowania w elektronice dzielnika napięcia;
- poznanie gotowych elementów elektronicznych pracujących jako dzielniki napięcia;
- poznanie schematu obwodu dzielnika prądu;
- poznanie zależności prądowo-napięciowych występujących w dzielniku prądu;
- nabycie umiejętności obliczania prądów oraz doboru rezystancji w dzielniku prądu;
- poznanie praktycznego zastosowania w elektronice dzielnika prądu;
- poznanie gotowych elementów elektronicznych pracujących jako dzielniki prądu.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel zamieszcza na platformie edukacyjnej, np. MS Teams plik z materiałem źródłowym zasadniczego tematu lekcji (tekst przewodni) zawierającym schematy, wzory, przykładowe obliczenia wielkości dzielnika napięcia i dzielnika prądu, zdjęcia przykładowych elementów elektronicznych będących dzielnikami napięcia lub dzielnikami prądu, praktyczne zastosowanie dzielnika napięcia i dzielnika prądu. Nauczyciel wskazuje uczniom miejsce udostępnionego pliku, nakazując pobranie/wyświetlenie pliku i zapoznanie się z jego treścią oraz wykonaniem zamieszczonych w nim zadań.

Po rozwiązaniu przez uczniów zadań nauczyciel może zezwolić udostępnić chętnemu lub wskazanemu uczniowi jego tablicy w aplikacji MS Teams w celu zaprezentowania pozostałym uczniom rozwiązania ćwiczenia.

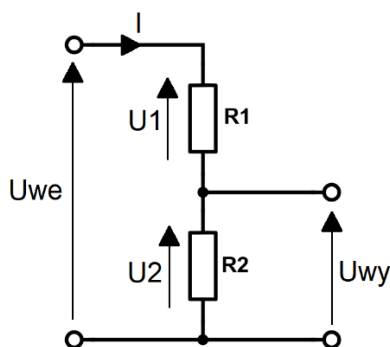
3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie pobierają zamieszczony i udostępniony przez nauczyciela plik źródłowy, otwierają go w przeglądarce html lub pdf i zapoznają się z jego treścią. Zapoznają się ze schematami, wzorami, przykładowymi obliczeniami wielkości dzielnika napięcia i dzielnika prądu, zdjęciami przykładowych elementów elektronicznych będących dzielnikami napięcia lub dzielnikami prądu oraz praktycznym zastosowaniem dzielnika napięcia i dzielnika prądu.

Uczniowie rozwiązują w zeszytach zamieszczone w materiale zadania. Chętny lub wskazany przez nauczyciela uczeń za zgodą nauczyciela udostępnia swoją tablicę w aplikacji MS Teams i prezentuje pozostałym uczniom oraz nauczycielowi rozwiązanie ćwiczeń, omawiając jednocześnie sposób wykonywanych obliczeń.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

Dzielnik napięcia – jest to czwórnik, który zapewnia uzyskanie określonego stosunku pomiędzy napięciem wejściowym „ U_{we} ”, a wyjściowym „ U_{wy} ”. Dzielniki napięć buduje się z elementów pasywnych (np. rezystory, kondensatory lub cewki).



Rysunek 4. Dzielnik napięcia, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

Napięcie wyjściowe „Uwy” zasilanego nieobciążonego dzielnika jest zawsze mniejsze od napięcia zasilania „Uwe” i zależy tylko od stosunku wartości użytych oporników „R1” i „R2” oraz wartości napięcia wejściowego „Uwe”:

$$U_{wy} = U_{we} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Wynika to z faktu, że natężenie prądu elektrycznego „I” płynącego przez nieobciążony dzielnik napięcia ma wartość taką samą dla obu elementów (przez wszystkie elementy połączone szeregowo w jednej gałęzi płynie ten sam prąd):

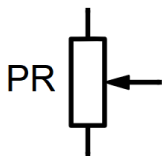
$$I = \frac{U_{we}}{R_1 + R_2}$$

natomiast spadek napięcia na oporniku „R2” wynosi:

$$U_{wy} = I \cdot R_2$$

Zastosowania dzielnika napięcia:

- Najczęściej używanym typem dzielnika napięcia jest potencjometr, będący dzielnikiem rezystancyjnym. Jest to specyficzna odmiana dzielnika, w której wartości „R1” i „R2” mogą być płynnie regulowane, co można wykorzystać do regulacji napięcia wyjściowego w zależności od prądu obciążenia.



Rysunek 5. Symbol graficzny potencjometru, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

- Dzielniki napięcia w postaci potencjometrów są używane w każdym układzie audiofonicznym do regulacji głośności, ponieważ opisana powyżej zasada dzielnika napięcia jest wykorzystywana zarówno w potencjometrach analogowych (regulacja płynna), jak i cyfrowych (regulacja skokowa).

Zadania do samodzielnego wykonania przez uczniów:

Zadanie 1.

Dwa rezystory, $R_1=1 \text{ k}\Omega$ i $R_2=2,2 \text{ k}\Omega$, połączono szeregowo ze źródłem napięcia o wartości $U=20 \text{ V}$. Przez obwód popłynął prąd o wartości $I=6,25 \text{ mA}$. Oblicz spadki napięcia na rezystorach R_1 i R_2 .

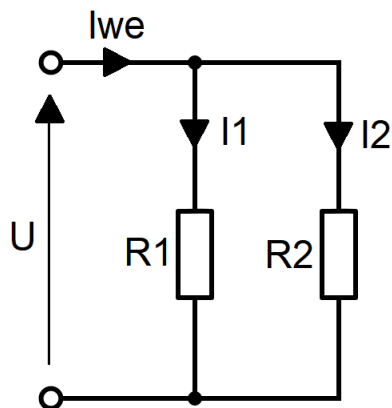
Zadanie 2.

Trzy rezystory połączone szeregowo: $R_1=10\ \Omega$, $R_2=15\ \Omega$ i $R_3=8\ \Omega$ włączono do źródła napięcia $U=100\ \text{V}$. Ile napięć i o jakich wartościach można uzyskać na wyjściu tego dzielnika napięcia?

Zadanie 3.

W dzielniku napięcia wartość rezystora $R_1=2\ \text{k}\Omega$. Układ zasilany jest napięciem o wartości $U=15\ \text{V}$. Dobierz wartość rezystora R_2 tak, aby napięcie na nim wynosiło $U_2=5\ \text{V}$.

Dzielnik prądu – jest specjalnym równoległym połączeniem dwóch lub więcej pasywnych elementów elektrycznych, np. rezystorów.



Rysunek 6. Dzielnik prądu, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

Natężenie prądu elektrycznego w jednej z gałęzi dzielnika zasilanego prądem stałym jest zawsze mniejsze od natężenia prądu wejściowego (zasilającego) „ I_{we} ” i zależy tylko od stosunku wartości użytych rezystancji „ R_1 ” i „ R_2 ” oraz wartości prądu wejściowego „ I_{we} ”:

$$I_1 = I_{we} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Wynika to z faktu, że napięcie elektryczne „ U ” zasilające dzielnik prądu ma taką samą wartość dla obydwu elementów, czyli:

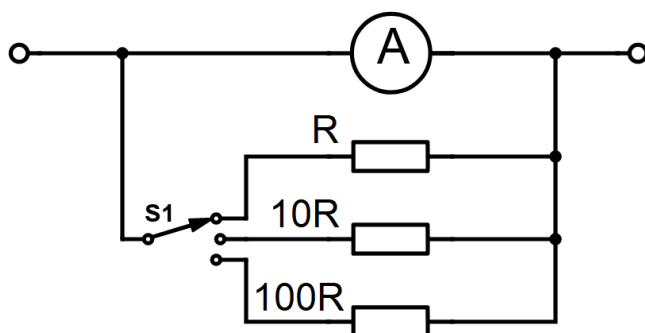
$$U = U_1 = U_2 = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_{we} \cdot R$$

gdzie „ R ” jest rezystancją zastępczą równoległego połączenia rezystorów „ R_1 ” i „ R_2 ”:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Zastosowanie dzielnika prądu:

- wykorzystuje się do poszerzania zakresu pomiarowego amperomierzy (jako rezystory bocznikujące).



Rysunek 7. Schemat amperomierza wielozakresowego, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

Zadania do samodzielnego wykonania przez uczniów:

Zadanie 1.

Trzy rezystory o rezystancjach: $R_1=2\ \Omega$, $R_2=4\ \Omega$ i $R_3=6\ \Omega$ połączono równolegle i doprowadzono do nich napięcie o wartości $U=20\ \text{V}$. Jakie wartości prądów popłyną przez poszczególne rezystory R_1 , R_2 i R_3 ?

Zadanie 2.

Prąd całkowity w obwodzie złożonym z dwóch gałęzi równoległych wynosi $I=2\ \text{A}$. Oblicz prąd płynący w każdej gałęzi, jeżeli rezystancja gałęzi $R_1=20\ \Omega$, a gałęzi $R_2=80\ \Omega$.

Zadanie 3.

Rezystancja wewnętrzna amperomierza na zakresie pomiarowym $100\ \text{mA}$ wynosi $1\ \Omega$. O jakiej wartości rezystor bocznikujący należy dołączyć równolegle do amperomierza, aby poszerzyć jego zakres pomiarowy do $1\ \text{A}$?

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Tekst przewodni – Dzielnik napięcia, dzielnik prądu w pliku pdf.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkunutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza końcowa

1. Cel fazy końcowej (zakładane efekty kształcenia):

- sprawdzenie poziomu osiągnięcia celów szczegółowych zajęć.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel za pomocą aplikacji MS Forms na platformie MS Office 365 udostępni uczniom link do formularza krótkiego testu online, którego zadaniem jest sprawdzenie stopnia opanowania przez uczniów celów lekcji.

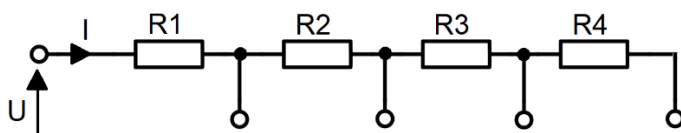
3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie logują się na platformie MS Teams, klikając w link przesłany przez nauczyciela, otwierają udostępniony test online. Rozwiązują test, zaznaczając prawidłowe odpowiedzi. Po zakończeniu testu każdy uczeń automatycznie otrzymuje wyniki rozwiązania wraz z treścią testu ze wskazanymi przez ucznia odpowiedziami oraz odpowiedziami prawidłowymi.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

Test online do umieszczenia w aplikacji, np. MS Forms.

1. Ile napięć można uzyskać z dzielnika napięcia przedstawionego na schemacie?



Rysunek 8. Dzielnik napięcia (test), źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

- A. 1.
 - B. 2.
 - C. 3.
 - D. 4.
2. W dzielniku napięcia zasilanym napięciem $U=9\text{ V}$ dane są: $R_1=R_2=R_3=100\ \Omega$.
Ile wynosi napięcie na rezystorze R_1 ?
 - A. 1,5 V
 - B. 2 V
 - C. 3 V
 - D. 4,5 V

3. W dzielniku napięcia zasilanym napięciem $U=18\text{ V}$ dane są: $R_1=R_2=100\ \Omega$, natomiast $R_3=200\ \Omega$. Ile wynosi napięcie na rezystorze R_1 ?
- A. 3 V
 - B. $4,5\text{ V}$
 - C. 6 V
 - D. 9 V
4. Dobierz wartość rezystora R_2 w dzielniku napięcia zasilanym napięciem $U=12\text{ V}$, aby napięcie na nim wynosiło $U_2=2\text{ V}$. Dane są: $R_1=1\text{ k}\Omega$.
- A. $200\ \Omega$
 - B. $330\ \Omega$
 - C. $450\ \Omega$
 - D. $670\ \Omega$
5. Jaką wartość powinien mieć rezystor dołączony równolegle do amperomierza, aby na zakresie pomiarowym $0,5\text{ A}$ amperomierz nie uległ uszkodzeniu i mógł zmierzyć prąd o wartości maksymalnej 5 A ? Spadek napięcia na amperomierzu podczas pomiarów na zakresie $0,5\text{ A}$ wynosi $0,5\text{ V}$.
- A. $0,11\ \Omega$
 - B. $0,2\ \Omega$
 - C. $0,5\ \Omega$
 - D. $1\ \Omega$
6. W dzielniku prądu zasilanym napięciem $U=12\text{ V}$ dane są: $R_1=R_2=R_3=300\ \Omega$. Ile wynosi prąd w gałęzi z rezystorem R_2 ?
- A. 20 mA
 - B. 40 mA
 - C. 80 mA
 - D. 100 mA
7. Ile wynosi szacunkowa wartość prądu w gałęzi dzielnika prądu z rezystorem R_1 , jeśli układ zasilany jest napięciem $U=12\text{ V}$, natomiast wartości rezystorów tworzących dzielnik prądu są następujące: $R_1=1\ \Omega$, $R_2=1\text{ k}\Omega$, $R_3=1\text{ M}\Omega$?
- A. $0,12\text{ A}$
 - B. $1,2\text{ A}$
 - C. 12 A
 - D. 120 A

8. Przez który rezystor w dzielniku prądu przedstawionym na schemacie płynie największy prąd? Dane są: $R_1=0,1 \Omega$, $R_2=100 \Omega$, $R_3=1 \text{ k}\Omega$, $R_4=1 \text{ M}\Omega$.
- A. R_1
 - B. R_2
 - C. R_3
 - D. R_4

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Formularz testu online.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczone intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

EWALUACJA ZAJĘĆ (sprawdzenie osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia):

- Test wielokrotnego wyboru.

BIBLIOGRAFIA:

- Bielawski A., Grygiel J., (2019), *Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Bielawski A., Grygiel J., (2017), *Zbiór zadań Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Markiewicz A., (2018), *Zbiór zadań z elektrotechniki*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

ZAŁĄCZNIKI:

- Dzielnik napięcia, dzielnik prądu – tekst przewodni.
- Test online do umieszczenia w aplikacji, np. MS Forms.
- Rysunek 1. Prawo Ohma.

- Rysunek 2. Pierwsze prawo Kirchhoffa.
- Rysunek 3. Drugie prawo Kirchhoffa.
- Rysunek 4. Dzielnik napięcia.
- Rysunek 5. Symbol graficzny potencjometru.
- Rysunek 6. Dzielnik prądu.
- Rysunek 7. Schemat amperomierza wielozakresowego.
- Rysunek 8. Dzielnik napięcia (test).

SCENARIUSZ 2 (2 z 3)

SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA: uczniów technikum w zawodzie technik elektronik

BRANŻA: elektroniczno-mechatroniczna (ELM)

PROWADZONYCH PRZEZ: nauczycieli kształcenia zawodowego

TEMAT: Zjawisko rezonansu napięć

CELE OGÓLNE:

- zapoznanie z podstawowymi pojęciami oraz wielkościami obwodów elektrycznych prądu przemiennego;
- charakteryzowanie zjawisk związanych z prądem przemiennym;
- stosowanie praw elektrotechniki do obliczania parametrów obwodów elektrycznych i elektronicznych, w obwodach prądu przemiennego;
- kształtowanie umiejętności analizowania zjawisk fizycznych zachodzących w obwodach prądu przemiennego na podstawie obliczeń.

CELE SZCZEGÓŁOWE:

- uczeń definiuje warunek rezonansu napięć;
- uczeń rozpoznaje zjawisko rezonansu napięć;
- uczeń oblicza parametry obwodów rezonansowych: częstotliwość rezonansową, dobroć obwodu, impedancję, napięcie na elementach, prąd i fazę sygnału podczas rezonansu napięć;
- uczeń odczytuje charakterystyki częstotliwościowe podczas rezonansu napięć;
- wskazuje znaczenie rezonansu napięć w obwodach elektrycznych i elektronicznych.

METODY PRACY:

- zajęcia online,
- tekst przewodni,
- Zintegrowana Platforma Edukacyjna,
- infografika,
- indywidualna praca uczniów.

ŚRODKI DYDAKTYCZNE:

- platforma edukacyjna umożliwiająca udostępnianie pulpitu, dokumentów i wspólnego obszaru pracy oraz tworzenie testów online, np. MS Teams, MS Forms;
- tablet graficzny ze sterownikami;
- oprogramowanie tablicy interaktywnej, np. myBoard v.8.1;
- zeszyt, długopis, kalkulator naukowy.

PRZEWIDYWANY CZAS:

- 45 minut (w tym 15 minut pracy własnej ucznia)

PROPONOWANY PRZEBIEG ZAJĘĆ:

Faza przygotowawcza

1. Cel fazy przygotowawczej (zakładane efekty kształcenia):

- przypomnienie podstawowych praw obwodów elektrycznych prądu przemiennego;
- przypomnienie wpływu rezystora „R”, cewki „L” i kondensatora „C” na parametry elektryczne w obwodzie prądu przemiennego;
- przypomnienie szeregowego łączenia elementów „R”, „L”, „C”.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel podczas lekcji online łączy się z uczniami za pomocą aplikacji, np. MS Teams, sprawdza obecność, udostępnia pulpit (najlepiej drugiego monitora), na którym uruchamia oprogramowanie tablicy interaktywnej i/lub tabletu graficznego. Po przedstawieniu tematu zajęć nauczyciel prezentuje materiał w pliku pdf obrazujący wpływ elementów „R”, „L”, „C” na parametry elektryczne obwodu prądu sinusoidalnie zmiennego, ze wskazaniem schematów, wykresów czasowych, wykresów wskazowych, wzorów.

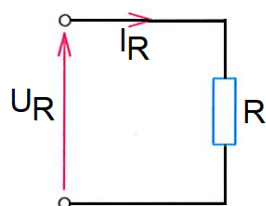
Korzystając z zainstalowanego tabletu graficznego, zaznacza kolorem najważniejsze wzory i omawia powstawanie wykresów wskazowych prądu i napięć na elementach „R”, „L” i „C”.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie łączą się z nauczycielem za pomocą aplikacji, np. MS Teams. Zapisują w zeszytach temat lekcji oraz obserwują materiał wyświetlony przez nauczyciela. Uczniowie wykonują obliczenia do zadanych przez nauczyciela ćwiczeń. Wskazani przez nauczyciela (lub chętni) uczniowie podają sposoby i wyniki obliczeń.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

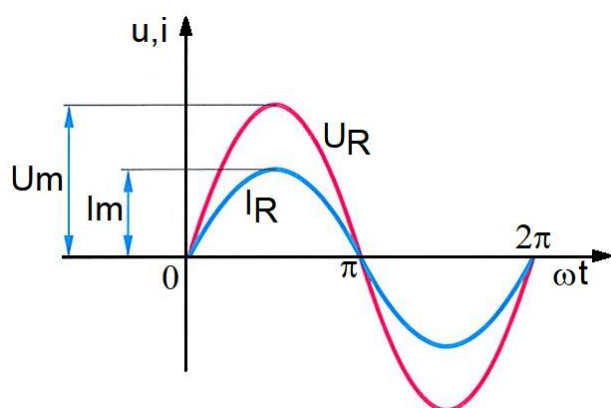
Nauczyciel omawia materiał powtórzeniowy, wyświetlając plik pdf na udostępnionym pulpicie.



Rysunek 9. Dwójnik o rezystancji R, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

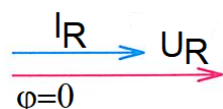
Prawo Ohma dla rezystora o rezystancji „R”:

- wartość chwilowa prądu: $i_R = \frac{u_R}{R}$
- wartość skuteczna prądu: $I_R = \frac{U_R}{R}$
- wartość maksymalna prądu: $I_{Rm} = \frac{U_{Rm}}{R}$



Rysunek 10. Napięcie i prąd na rezystorze – wykres czasowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Napięcie i prąd w rezystorze **są w fazie.**

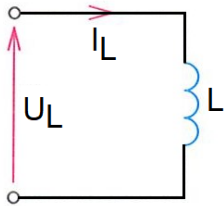


Rysunek 11. Napięcie i prąd na rezystorze – wykres wskazowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Wartość chwilowa napięcia u_R i prądu i_R :

$$u_R(t) = U_{Rm} \cdot \sin(2\pi ft)$$

$$i_R(t) = I_{Rm} \cdot \sin(2\pi ft)$$



Rysunek 12. Dwójnik o indukcyjności L , źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

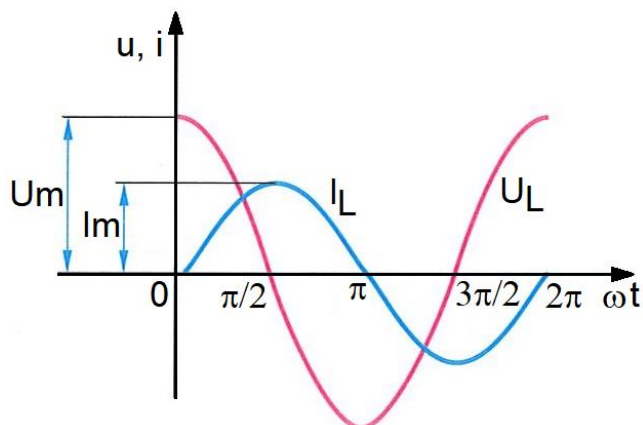
Reaktancja indukcyjna X_L (opór bierny) $X_L = \omega \cdot L = 2\pi f \cdot L$ $[\Omega]$

Susceptancja indukcyjna B_L $B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{\omega \cdot L} = \frac{1}{2\pi f \cdot L}$ $[S=1/\Omega]$

Reaktancja indukcyjna X_L zależy wprost proporcjonalnie od częstotliwości.

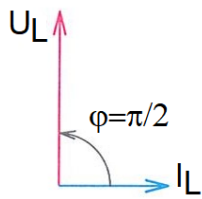
Prawo Ohma dla cewki o indukcyjności L :

- wartość skuteczna prądu: $I_L = \frac{U_L}{X_L}$
- wartość maksymalna prądu: $I_{Lm} = \frac{U_{Lm}}{X_L}$



Rysunek 13. Napięcie i prąd na cewce – wykres czasowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Napięcie na cewce **wyprzedza** prąd o $+90^\circ = +\pi/2$ rad.

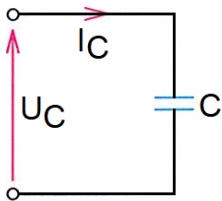


Rysunek 14. Napięcie i prąd na cewce – wykres wskazowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Wartość chwilowa napięcia i prądu w cewce:

$$u_L(t) = U_{Lm} \cdot \sin(2\pi f t + 90^\circ)$$

$$i_L(t) = I_{Lm} \cdot \sin(2\pi f t)$$



Rysunek 15. Dwójnik o pojemności C, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

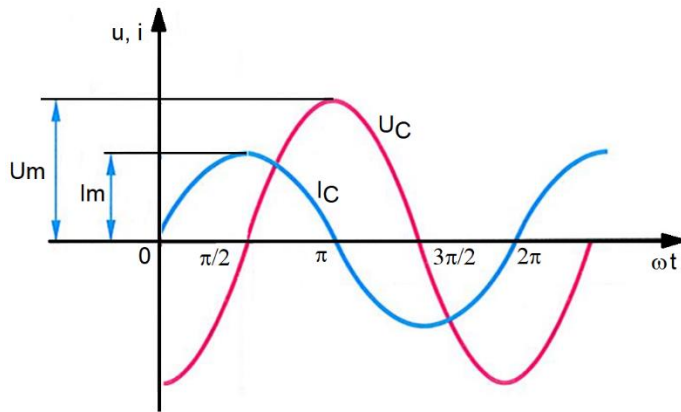
Reaktancja pojemnościowa X_C (opór bierny) $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \quad [\Omega]$

Susceptancja pojemnościowa B_C $B_C = \frac{1}{X_C} = \omega \cdot C = 2\pi f \cdot C \quad [S=1/\Omega]$

Reaktancja pojemnościowa X_C zależy wprost proporcjonalnie od częstotliwości.

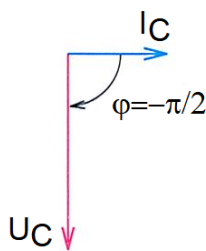
prawo Ohma dla kondensatora C:

- wartość skuteczna: $I_C = \frac{U_C}{X_C}$
- wartość maksymalna: $I_{Cm} = \frac{U_{Cm}}{X_C}$



Rysunek 16. Napięcie i prąd na kondensatorze – wykres czasowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Napięcie **opóźnia się** względem prądu o $-90^\circ = -\pi/2$ rad.



Rysunek 17. Napięcie i prąd na kondensatorze – wykres wskazowy, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowany przez autora

Wartość chwilowa napięcia i prądu w kondensatorze C:

$$u_C(t) = U_{Cm} \cdot \sin(2\pi ft - 90^\circ)$$

$$i_C(t) = I_{Cm} \cdot \sin(2\pi ft)$$

Ćwiczenie 1.

Jak jest wartość reaktancji indukcyjnej cewki o indukcyjności $L=12$ mH przy częstotliwości zasilania $f=20$ kHz?

Ćwiczenie 2.

Ile wynosi pojemność kondensatora C zasilanego napięciem $U=135$ V, przez który płynie prąd sinusoidalnie zmienny o wartości $I=0,3$ A przy częstotliwości $f=50$ Hz?

Ćwiczenie 3.

Oblicz wartość impedancji Z szeregowego obwodu RL, w którym rezystancja $R=120$ Ω , indukcyjność $L=0,5$ H, częstotliwość napięcia $f=50$ Hz.

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

- Materiał fazy przygotowawczej w pliku pdf ze wzorami, rysunkami schematów, rysunkami wykresów czasowych i wykresów wskazowych.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza zasadnicza

1. Cel fazy zasadniczej (zakładane efekty kształcenia):

- poznanie definicji i warunku rezonansu szeregowego (napięcie);
- nabycie umiejętności wyznaczania częstotliwości rezonansowej f_r ;
- nabycie umiejętności wyznaczania impedancji szeregowego obwodu rezonansowego;
- nabycie umiejętności wyznaczania przesunięcia fazowego szeregowego obwodu rezonansowego;
- nabycie umiejętności rysowania wykresu wskazowego parametrów szeregowego obwodu rezonansowego;
- nabycie umiejętności wyznaczania dobroci szeregowego obwodu rezonansowego;
- nabycie umiejętności wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych parametrów szeregowego obwodu rezonansowego.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel zamieszcza na platformie edukacyjnej, np. MS Teams plik z materiałem źródłowym zasadniczego tematu lekcji (tekst przewodni) zawierającym schemat, wzory, charakterystyki szeregowego obwodu rezonansowego oraz tabelę roboczą do wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych.

Nauczyciel wskazuje uczniom miejsce udostępnionego pliku, nakazując pobranie/wyświetlenie pliku i zapoznanie się z jego treścią oraz wykonaniem zamieszczonych w nim zadań.

Po rozwiązaniu przez uczniów zadań nauczyciel może zezwolić udostępnić chętnemu lub wskazanemu uczniowi jego tablicę w aplikacji MS Teams w celu zaprezentowania pozostałym uczniom rozwiązania ćwiczenia.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie pobierają zamieszczony i udostępniony przez nauczyciela plik źródłowy, otwierają go w przeglądarce html lub pdf i zapoznają się z jego treścią. Zapoznają się ze schematami, wzorami, przykładowymi obliczeniami wielkości elementów szeregowego obwodu rezonansowego. Wypełniają Tabelę 1. w celu poznania powstawania charakterystyk częstotliwościowych parametrów szeregowego obwodu rezonansowego.

Uczniowie rozwiązują w zeszytach zamieszczone w materiale zadania. Chętny lub wskazany przez nauczyciela uczeń za zgodą nauczyciela udostępnia swoją tablicę w aplikacji MS Teams i prezentuje pozostałym uczniom oraz nauczycielowi rozwiązanie ćwiczeń, omawiając jednocześnie sposób wykonywanych obliczeń.

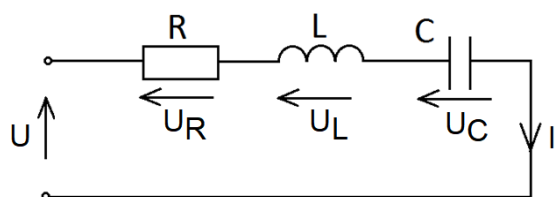
4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

Rezonans – to taki stan pracy obwodu elektrycznego, w którym reaktancja wypadkowa obwodu X lub jego susceptancja B jest równa zero ($X=0 \Omega$ lub $B=0 S$).

Obwody rezonansowe – to takie obwody elektryczne, w których występuje zjawisko rezonansu.

Częstotliwość rezonansowa f_r – to taka częstotliwość napięcia (lub prądu) w obwodzie, przy której występuje rezonans.

Rezonans napięć = rezonans szeregowy



Rysunek 18. Schemat szeregowego obwodu RLC, źródło: opracowanie własne

Warunkiem rezonansu jest, aby reaktancja obwodu $X=0 [\Omega]$, wtedy $X_L=X_C$.

Z przekształcenia obliczamy częstotliwość rezonansową f_r : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ [Hz]

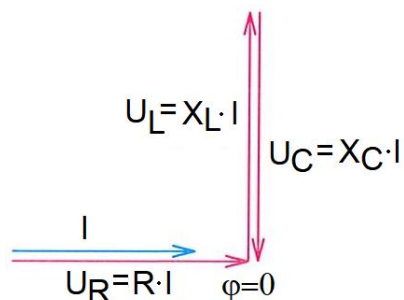
Impedancja Z i napięcia U w rezonansie:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \langle \text{skoro } X_L = X_C \rangle = \sqrt{R^2} = R$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \langle \text{skoro } U_L = U_C \rangle = \sqrt{U_R^2} = U_R$$

Przesunięcie fazowe między prądem I i napięciem U w rezonansie:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \arctg\left(\frac{U_L - U_C}{U_R}\right) = 0, \text{ więc } \varphi = 0$$



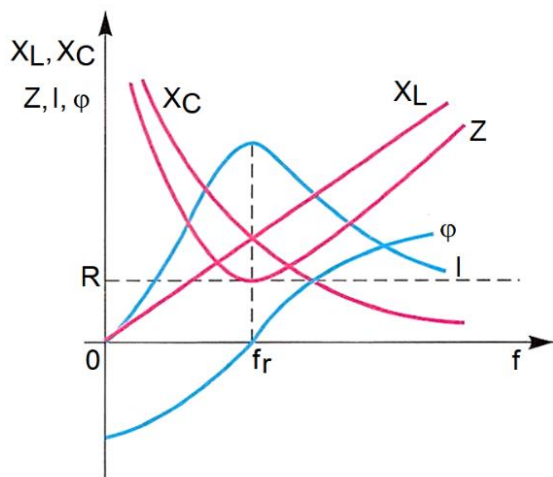
Rysunek 19. Wykres wskazowy szeregowego obwodu rezonansowego, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowane przez autora

Dobroć szeregowego obwodu rezonansowego Q:

$$Q = \frac{U_L}{U_R} = \frac{U_C}{U_R} = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega_r \cdot L}{R} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{\omega_r \cdot CR}$$

Tabela 1. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych w rezonansie, źródło: opracowanie własne

Parametr	$f \rightarrow 0 \text{ Hz}$	$f = f_r$	$f \rightarrow \infty \text{ Hz}$
Reaktancja indukcyjna $X_L = 2\pi f \cdot L$			
Reaktancja pojemnościowa $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$			
Impedancja $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$			
Prąd $I = \frac{U}{Z}$			
Przesunięcie fazowe φ	-90°	0°	$+90^\circ$



Rysunek 20. Charakterystyki częstotliwościowe, źródło: Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, zmodyfikowane przez autora

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Tekst przewodni – Zjawisko rezonansu szeregowego w pliku pdf.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnych przykładów;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczone intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza końcowa

1. Cel fazy końcowej (zakładane efekty kształcenia):

- sprawdzenie poziomu osiągnięcia celów szczegółowych zajęć.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel za pomocą aplikacji MS Teams na platformie MS Office 365 udostępnia uczniom skan treści zadań ze zbioru zadań: Bielawski A., Grygiel J., (2017), *Zbiór zadań Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, których zadaniem jest sprawdzenie stopnia opanowania przez uczniów celów lekcji.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie logują się na platformie MS Teams i rozwiązują w zeszytach zadania, których treść została udostępniona przez nauczyciela. Po ustalonym przez nauczyciela czasie każdy uczeń poprzez czat platformy MS Teams przesyła bezpośrednio nauczycielowi otrzymane z obliczeń wyniki. Po rozwiązaniu przez uczniów zadań nauczyciel może zezwolić udostępnić chętnemu lub wskazanemu uczniowi jego tablicy w aplikacji Teams w celu zaprezentowania pozostałym uczniom rozwiązania ćwiczenia.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

Ćwiczenia zadaniowe do samodzielnego wykonania – zadania otwarte.

Zadanie 1.

Dany jest szeregowy dwójnik RLC, w którym rezystancja $R=100\ \Omega$, indukcyjność $L=200\ \text{mH}$. Oblicz pojemność C kondensatora, aby dwójnik znalazł się w rezonansie przy częstotliwości $f=2000\ \text{Hz}$.

Zadanie 2.

Szeregowy dwójnik RLC znajduje się w rezonansie. Oblicz wartość prądu I w obwodzie, jeżeli rezystancja $R=200\ \Omega$, indukcyjność $L=20\ \text{mH}$, pojemność $C=2\ 000\ \mu\text{F}$, napięcie $U=100\ \text{V}$.

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Plik pdf z treściami zadań do samodzielnego wykonania.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

EWALUACJA ZAJĘĆ (sprawdzenie osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia):

- Zadania otwarte.

BIBLIOGRAFIA:

- Bielawski A., Grygiel J., (2019), *Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

- Bielawski A., Grygiel J., (2017), *Zbiór zadań Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Markiewicz A., (2018), *Zbiór zadań z elektrotechniki*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

ZAŁĄCZNIKI:

- Materiał fazy przygotowawczej w pliku pdf.
- Rezonans szeregowy, napięcie – tekst przewodni w pliku pdf.
- Rysunek 1. Dwójnik o rezystancji R.
- Rysunek 2. Napięcie i prąd na rezystorze – wykres czasowy.
- Rysunek 3. Napięcie i prąd na rezystorze – wykres wskazowy.
- Rysunek 4. Dwójnik o indukcyjności L.
- Rysunek 5. Napięcie i prąd na cewce – wykres czasowy.
- Rysunek 6. Napięcie i prąd na cewce – wykres wskazowy.
- Rysunek 7. Dwójnik o pojemności C.
- Rysunek 8. Napięcie i prąd na kondensatorze – wykres czasowy.
- Rysunek 9. Napięcie i prąd na kondensatorze – wykres wskazowy.
- Rysunek 10. Schemat szeregowego obwodu RLC.
- Rysunek 11. Wykres wskazowy szeregowego obwodu rezonansowego.
- Rysunek 12. Charakterystyki częstotliwościowe.

SCENARIUSZ 3 (3 z 3)

SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA: uczniów technikum w zawodzie technik elektronik

BRANŻA: elektroniczno-mechatroniczna (ELM)

PROWADZONYCH PRZEZ: nauczycieli kształcenia zawodowego

TEMAT: Wyznaczanie rezystancji metodą techniczną

CELE OGÓLNE:

- stosowanie praw elektrotechniki do obliczania parametrów obwodów elektrycznych i elektronicznych;
- stosowanie praw Ohma i Kirchhoffa do obliczania parametrów podstawowych obwodów prądu stałego;
- charakteryzowanie metod pomiaru wielkości elektrycznych w obwodach elektrycznych i układach elektronicznych;
- wyznaczanie wielkości elektrycznych na podstawie pomiarów;
- kształtowanie umiejętności analizowania zjawisk fizycznych zachodzących w obwodach prądu stałego na podstawie pomiarów elektrycznych i obliczeń.

CELE SZCZEGÓŁOWE: Uczeń:

- rozróżnia metody pomiaru rezystancji z dokładnym pomiarem napięcia oraz dokładnym pomiarem prądu;
- dobiera przyrządy do pośredniego pomiaru rezystancji w obwodach elektrycznych, układach elektronicznych;
- łączy obwody elektryczne na podstawie schematu;
- włącza do obwodu przyrządy pomiarowe zgodnie ze schematem pomiarowym;
- posługuje się przyrządami pomiarowymi wielkości elektrycznych;
- wykonuje pomiary parametrów wielkości elektrycznych w obwodach elektrycznych, układach elektronicznych;
- posługuje się programem symulacyjnym obwodów elektrycznych i elektronicznych;
- oblicza wartości rezystancji w obwodach elektrycznych, układach elektronicznych na podstawie wyników pomiarów.

METODY PRACY:

- zajęcia online,

- tekst przewodni,
- techniki multimedialne,
- ćwiczenia symulacyjne,
- Zintegrowana Platforma Edukacyjna,
- infografika,
- indywidualna praca uczniów.

ŚRODKI DYDAKTYCZNE:

- platforma edukacyjna umożliwiająca udostępnianie pulpitu, dokumentów i wspólnego obszaru pracy oraz tworzenie testów online, np. MS Teams, MS Forms;
- tablet graficzny ze sterownikami;
- oprogramowanie tablicy interaktywnej, np. myBoard v.8.1;
- program symulacyjny działania układów elektrycznych i elektronicznych, np. MultiSim, PSpice, Falstad, ElektroSym;
- zeszyt, długopis, kalkulator naukowy.

PRZEWIDYWANY CZAS:

- 45 minut (w tym 25 minut pracy własnej ucznia)

PROPONOWANY PRZEBIEG ZAJĘĆ:

Faza przygotowawcza

1. Cel fazy przygotowawczej (zakładane efekty kształcenia):

- przypomnienie podstawowych praw obwodów elektrycznych prądu stałego: prawa Ohma oraz pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa;
- przypomnienie zasad pomiaru napięcia oraz prądu;
- przypomnienie sposobu obliczania względnego błędu pomiarowego.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela

Nauczyciel podczas lekcji online łączy się z uczniami za pomocą aplikacji, np. MS Teams, sprawdza obecność, udostępnia pulpit (najlepiej drugiego monitora), na którym uruchamia oprogramowanie tablicy interaktywnej i/lub tabletu graficznego. Po przedstawieniu tematu zajęć nauczyciel, korzystając z zainstalowanego tabletu graficznego, rysuje schematy obwodów prezentujących podstawowe prawa obwodów elektrycznych: Prawa Ohma, pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa.

Schematy uzupełnia wzorami tych praw. Nauczyciel przypomina również sposób włączenia do obwodu elektrycznego woltomierza i amperomierza.

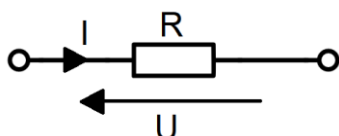
3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie łączą się z nauczycielem za pomocą aplikacji, np. MS Teams. Zapisują w zeszytach temat lekcji oraz obserwują rysowane schematy i zapisywane przez nauczyciela wzory.

Uczniowie wykonują obliczenia do zadanych przez nauczyciela ćwiczeń. Wskazani przez nauczyciela (lub chętni) uczniowie podają sposoby i wyniki obliczeń.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

- Nauczyciel, korzystając z zainstalowanego tabletu graficznego, rysuje symbol graficzny rezystora „R”, zaznaczając na nim płynący prąd „I” oraz spadek napięcia „U”:



Rysunek 21. Prawo Ohma, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

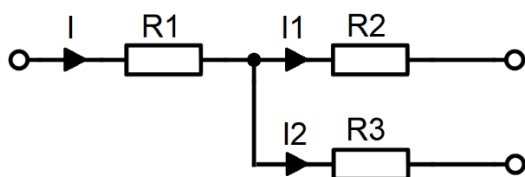
Zapisuje wzory definiujące **prawo Ohma**:

$$R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R} \quad U = I \cdot R$$

Ćwiczenie 1.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „R”, „U”, „I”, natomiast uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując prawo Ohma.

- Nauczyciel rysuje schemat prezentujący pierwsze prawo Kirchhoffa:



Rysunek 22. Pierwsze prawo Kirchhoffa, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

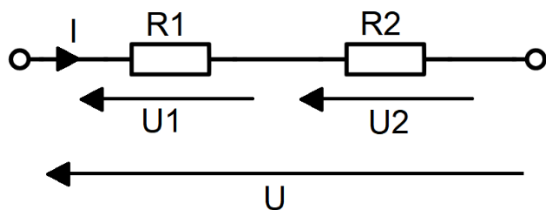
Zapisuje wzory definiujące **pierwsze prawo Kirchhoffa**:

$$I = I_1 + I_2$$

Ćwiczenie 2.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „I1”, „I2” lub „I”, natomiast uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując pierwsze prawo Kirchhoffa.

- Następnie nauczyciel rysuje schemat prostego układu szeregowego połączenia rezystorów „R1” oraz „R2”, zaznaczając na nim płynący prąd „I” oraz spadki napięć na każdym z rezystorów odpowiednio „U1” i „U2” oraz całkowite napięcie w gałęzi:



Rysunek 23. Drugie prawo Kirchhoffa, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

Zapisuje wzory definiujące **drugie prawo Kirchhoffa**:

$$U = U_1 + U_2 = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 = I \cdot (R_1 + R_2) = I \cdot R,$$

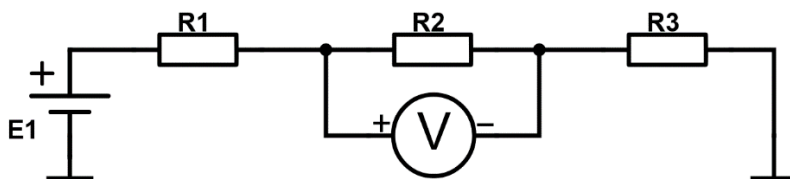
gdzie suma $R = R_1 + R_2$

stanowi rezystancję zastępczą szeregowego połączenia rezystorów „R1” i „R2”.

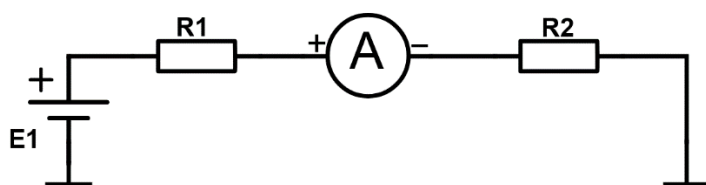
Ćwiczenie 3.

Nauczyciel podaje przykładowe wartości wielkości „R1”, „R2”, „I”, natomiast uczniowie obliczają pozostałe wielkości, stosując drugie prawo Kirchhoffa.

- Nauczyciel rysuje schematy układów pomiarowych napięcia i prądu elektrycznego ze wskazaniem właściwości woltomierza ($R_V \rightarrow \infty \Omega$) i amperomierza ($R_A \rightarrow 0 \Omega$).



Rysunek 24. Schemat układu pomiarowego napięcia, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)



Rysunek 25. Schemat układu pomiarowego prądu, źródło: opracowanie własne za pomocą [Scheme-it](#)

- Nauczyciel zapisuje wzory na obliczanie błędów pomiarowych:

- błąd bezwzględny pomiaru: $\Delta U = U_{pom} - U_{rzecz}$

- błąd względny pomiaru: $\delta U = \frac{\Delta U}{U_{rzecz}} \cdot 100\%$

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

- Rysunek 1. Prawo Ohma – uzupełnione wzorami.
- Rysunek 2. Pierwsze prawo Kirchhoffa – uzupełnione wzorami.
- Rysunek 3. Drugie prawo Kirchhoffa – uzupełnione wzorami.
- Rysunek 4. Schemat układu pomiarowego napięcia.
- Rysunek 5. Schemat układu pomiarowego prądu.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnych przykładów;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza zasadnicza

1. Cel fazy zasadniczej (zakładane efekty kształcenia):

- poznanie schematów układów pomiarowych technicznego pomiaru rezystancji z dokładnym pomiarem napięcia oraz dokładnym pomiarem prądu;
- nabycie umiejętności łączenia układu pomiarowego zgodnie ze schematem pomiarowym;
- nabycie umiejętności wykonywania pomiarów parametrów wielkości elektrycznych w obwodach elektrycznych, układach elektronicznych;
- nabycie umiejętności posługiwania się programem symulacyjnym obwodów elektrycznych i elektronicznych;

- nabycie umiejętności obliczania wartości rezystancji w obwodach elektrycznych, układach elektronicznych na podstawie wyników pomiarów;
- nabycie umiejętności obliczania i interpretowania błędów pomiarowych.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel zamieszcza na platformie edukacyjnej, np. MS Teams plik z materiałem źródłowym zasadniczego tematu lekcji (tekst przewodni) zawierającym schematy układów pomiarowych oraz tabele do wypełnienia wynikami obliczeń i pomiarów. Nauczyciel wskazuje uczniom miejsce udostępnionego pliku, nakazując pobranie/wyświetlenie pliku i zapoznanie się z jego treścią oraz wykonaniem zamieszczonych w nim zadań z wykorzystaniem ustalonego wcześniej programu symulacyjnego.

Po wykonaniu przez uczniów ćwiczeń symulacyjnych nauczyciel może zezwolić udostępnić chętnemu lub wskazanemu uczniowi jego pulpitu w aplikacji MS Teams w celu zaprezentowania okna programu symulacyjnego z wynikami pomiarów pozostałym uczniom.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie pobierają zamieszczony i udostępniony przez nauczyciela plik źródłowy, otwierają go w przeglądarce html lub pdf i zapoznają się z jego treścią. Uruchamiają program symulacyjny. Zapoznają się ze schematami układów pomiarowych i montują w programie symulacyjnym układ pomiarowy zgodnie ze schematem.

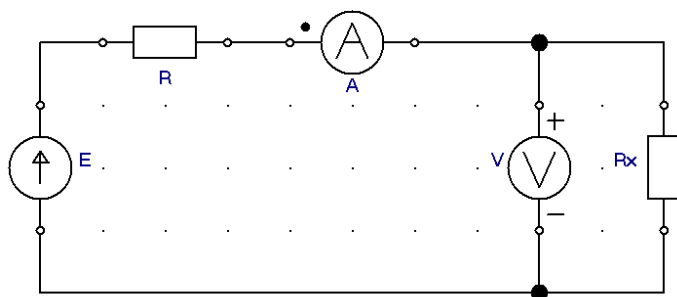
Uczniowie wykonując pomiary, odczytują wyniki pomiarów i zapisują je w zeszycie lub w pobranym pliku w Tabeli 1. Chętny lub wskazany przez nauczyciela uczeń za zgodą nauczyciela udostępnia swoją tablicę w aplikacji MS Teams i prezentuje pozostałym uczniom oraz nauczycielowi przeprowadzone symulacje z wynikami pomiarów i obliczeń.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne

Pomiar rezystancji metodą techniczną:

Należy w programie symulacyjnym połączyć układ pomiarowy zgodnie ze schematem. Następnie ustawić parametry elementów i przyrządów pomiarowych zgodnie z wartościami z tabel. Zmieniając wartości napięcia zasilającego, należy

wykonywać pomiary, których wyniki należy wpisać odpowiednio do Tabeli 1 oraz Tabeli 2.



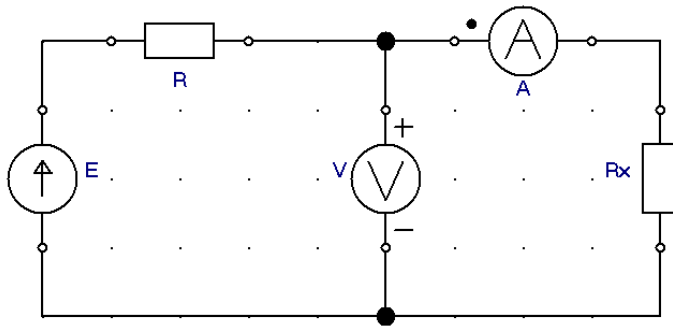
Rysunek 26. Schemat układu pomiarowego z dokładnym pomiarem napięcia, źródło: opracowanie własne w programie [ElektroSym 2.0](#)

Wzory do obliczeń:

$$R_X = \frac{U}{I} \quad I_V = \frac{U}{R_V} \quad R'_X = \frac{U}{I - I_V} \quad \Delta R = R_X - R'_X \quad \delta R = \frac{\Delta R}{R'_X} \cdot 100\%$$

Tabela 2. Wyniki pomiarów w układzie z dokładnym pomiarem napięcia, źródło: opracowanie własne

L.p.	U	R _V	I	R _X	I _V	R' _X	ΔR	δR
	[V]	[kΩ]	[A]	[Ω]	[mA]	[Ω]	[Ω]	[%]
Rezystancja mierzona R_X = 2 Ω								
1.	10	100						
2.	30	100						
3.	50	100						
Rezystancja mierzona R_X = 20 kΩ								
1.	10	100						
2.	30	100						
3.	50	100						



Rysunek 27. Schemat układu pomiarowego z dokładnym pomiarem prądu, źródło: opracowanie własne w programie [ElektroSym 2.0](#)

Wzory do obliczeń:

$$R_X = \frac{U}{I} \quad U_A = I \cdot R_A \quad R'_X = \frac{U - U_A}{I} \quad \Delta R = R_X - R'_X \quad \delta R = \frac{\Delta R}{R'_X} \cdot 100\%$$

Tabela 3. Wyniki pomiarów w układzie z dokładnym pomiarem prądu, źródło: opracowanie własne

L.p.	U	R _A	I	R _X	U _A	R' _X	ΔR	δR
	[V]	[Ω]	[A]	[Ω]	[mV]	[Ω]	[Ω]	[%]
Rezystancja mierzona R_x = 2 Ω								
1.	10	0,5						
2.	30	0,5						
3.	50	0,5						
Rezystancja mierzona R_x = 20 kΩ								
1.	10	0,5						
2.	30	0,5						
3.	50	0,5						

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Tekst przewodni – Instrukcja pomiaru rezystancji metodą techniczną w pliku pdf.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;

- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczane intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

Faza końcowa

1. Cel fazy końcowej (zakładane efekty kształcenia):

- sprawdzenie poziomu osiągnięcia celów szczegółowych zajęć.

2. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla nauczyciela:

Nauczyciel poprzez platformę MS Teams udostępnia uczniom wypełnione tabele z wynikami pomiarów. Zadaje uczniom pytania podsumowujące, dążąc do formułowania przez uczniów wniosków na podstawie wyników pomiarów.

Nauczyciel za pomocą aplikacji MS Forms na platformie MS Office 365 udostępnia uczniom link do formularza krótkiego testu online.

3. Informacje/instrukcje/wskazówki techniczne do pracy zdalnej dla ucznia:

Uczniowie logują się na platformie MS Teams. Obserwują tabele z wynikami pomiarów prezentowane przez nauczyciela. Odpowiadają na pytania nauczyciela, podejmując próby formułowania wniosków na podstawie wyników pomiarów.

Uczniowie klikają w link przesłany przez nauczyciela, otwierają udostępniony test online. Rozwiązują test, zaznaczając prawidłowe odpowiedzi. Po zakończeniu testu każdy uczeń automatycznie otrzymuje wynik rozwiązania wraz z treścią testu ze wskazanymi przez ucznia odpowiedziami oraz odpowiedziami prawidłowymi.

4. Szczegółowo opisane sytuacje dydaktyczne:

Test online do umieszczenia w aplikacji, np. MS Forms.

1. Ile powinna wynosić rezystancja wewnętrzna idealnego woltomierza?
 - A. Nieskończenie dużo
 - B. 100 k Ω
 - C. 10 Ω
 - D. Nieskończenie mało
2. Ile powinna wynosić rezystancja wewnętrzna idealnego amperomierza?
 - A. Nieskończenie dużo
 - B. 100 k Ω
 - C. 10 Ω
 - D. Nieskończenie mało

3. Do pomiaru, jakich rezystancji należy stosować układ pomiarowy z dokładnym pomiarem napięcia?
 - A. Bardzo małych
 - B. Bardzo dużych
4. Do pomiaru, jakich rezystancji należy stosować układ pomiarowy z dokładnym pomiarem prądu?
 - A. Bardzo małych
 - B. Bardzo dużych
5. W jakim układzie pomiarowym należy zmierzyć rezystancję drutu oporowego pracującego jako rezystor bocznikujący zwiększający zakres pomiarowy amperomierza?
 - A. Z dokładnym pomiarem prądu
 - B. Z dokładnym pomiarem napięcia
6. W jakim układzie pomiarowym należy zmierzyć rezystancję posobnika pracującego jako rezystor zwiększający zakres pomiarowy woltomierza?
 - A. Z dokładnym pomiarem prądu
 - B. Z dokładnym pomiarem napięcia

5. Materiały graficzne/załączniki (pliki do stworzonych materiałów)/multimedia (pliki):

Formularz testu online.

6. Wskazówki do pracy z osobami ze zróżnicowanymi potrzebami rozwojowymi:

- kilkuminutowe wydłużenie czasu pracy;
- umożliwienie uczniom zadawania pytań pomocniczych do treści tekstu przewodniego;
- częste powtórki słowne i odwoływanie się do konkretnego;
- częste powtórki istoty zagadnienia zaznaczone intensywnym kolorem;
- okazywanie aprobaty, pochwały dla podejmowanego wysiłku.

EWALUACJA ZAJĘĆ (sprawdzenie osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia):

- Test wielokrotnego wyboru.

BIBLIOGRAFIA:

- Bielawski A., Grygiel J., (2019), *Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

- Bielawski A., Grygiel J., (2017), *Zbiór zadań Podstawy elektrotechniki w praktyce*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Bolkowski S., (2019), *Elektrotechnika*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Markiewicz A., (2018), *Zbiór zadań z elektrotechniki*, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

ZAŁĄCZNIKI:

- Pomiary rezystancji metodą techniczną – tekst przewodni w pliku pdf.
- Test online do umieszczenia w aplikacji, np. MS Forms.
- Rysunek 1. Prawo Ohma.
- Rysunek 2. Pierwsze prawo Kirchhoffa.
- Rysunek 3. Drugie prawo Kirchhoffa.
- Rysunek 4. Schemat układu pomiarowego napięcia.
- Rysunek 5. Schemat układu pomiarowego prądu.
- Rysunek 6. Schemat układu pomiarowego z dokładnym pomiarem napięcia.
- Rysunek 7. Schemat układu pomiarowego z dokładnym pomiarem prądu.